

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU


Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma


Henri Mustonen

**KÄÄNTÖSYLINTERIPUTKISOLUN PERUSTAMINEN JA TOIMINNAN KE-
HITYS MFG COMPONENTS OY:SSÄ**

Opinnäytetyö

Huhtikuu 2016

	<p>OPINNÄYTETYÖ</p> <p>Huhtikuu 2016 Kone- ja tuotantotekniikan kou- lutusohjelma</p> <p>Karjalankatu 3 80200 JOENSUU p.+358 50 260 6800</p>						
<p>Tekijä</p> <p>Henri Mustonen</p>							
<p>Nimeke</p> <p>KÄÄNTÖSYLINTERIPUTKISOLUN PERUSTAMINEN JA TOIMINNAN KEHI- TYS MFG COMPONENTS OY:SSÄ</p> <p>Toimeksiantaja</p> <p>MFG Components Oy, Iloimantsi</p>							
<p>Tiivistelmä</p> <p>Yrityksen tuotekohtainen tuotannonkehitys, jolla pyritään tehostamaan yrityksen Ilo- mantsin toimipaikan tuotantoa metsäkuormaimen kääntölaitteen sylinteriputkien valmis- tuksen osalta.</p> <p>Työssä hyväksikäytetään Lean-kehittämisfilosofiaa, josta eritoten 5S-menetelmää.</p> <p>Työn tavoitteina oli suunnitella ja perustaa tuotantosoluyksikkö tuotannon tehostamiseksi sekä jatko hyödyntää 5S-menetelmää yleiseksi käytännöksi toimipaikassa.</p> <p>Työn valmistuminen jäi suunnitelmaksi, jota yritys voi hyödyntää myöhemmin käytän- nössä tämän työn pohjalta.</p>							
<p>Kieli</p> <p>suomi</p>	<table> <tr> <td>Sivuja</td> <td>32</td> </tr> <tr> <td>Liitteet</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Liitesivumäärä</td> <td>3</td> </tr> </table>	Sivuja	32	Liitteet	3	Liitesivumäärä	3
Sivuja	32						
Liitteet	3						
Liitesivumäärä	3						
<p>Asiasanat</p> <p>Lean, layout, 5S, työturvallisuus, työmukavuus, tuottavuus, läpimenoaika</p>							

 Karelia UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES	THESIS April 2016 Degree Programme in Mechanical and Production Engineering Karjalankatu 3 80200 JOENSUU FINLAND p.+358 50 260 6800	
Author Henri Mustonen		
Title Production cell for cylinder pipes of forest machinery Comissioned by MFG Components Oy, Ilomantsi		
Abstract The main idea of this thesis was to plan and found new production cell for selected products in MFG Components' Ilomantsi's unit. Goal is to optimize manufacturing of cylinder pipes of forest machinery by using Lean – philosophy ideas and especially 5S – method. In the future idea is to develop 5S – method as general usage in company's unit. The result of the work remained a plan, be used in the future.		
Language Finnish	Pages Appendices Pages of Appendices	32 3 3
Keywords Lean, layout, 5S, work safety, working comfort, productivity, lead time		

Sisällys

1	Johdanto	5
	Lyhenteet ja käsitteet	6
2	MFG Components Oy	7
2.1	Kesla Oyj	7
2.2	Ilomantsin MFG:n toimipaikan historia.....	7
3	Tuotannonohjauksen periaatteita ja käsitteitä	8
3.1	Lean – menetelmä	8
3.2	5S-menetelmä	9
3.3	JIT	9
3.4	Layout	10
3.5	Tuotantosolu	10
3.6	Funktionaalinen tuotanto.....	11
3.7	Linjamuotoinen tuotanto	11
4	Lähtötilanne ja kääntölaite	12
4.1	Tuotantokoneet	15
4.2	Kääntösynteriputken valmistusmenetelmät	16
4.3	Layout toteutus työn aloitushetkellä sekä materiaalivirta	17
5	Tuotantosoluyksikön suunnittelu ja perustaminen.....	19
5.1	Kustannusanalyysi	19
5.2	Layout muutos	20
5.3	Työturvallisuus	22
5.4	Loppuviimeistely	23
5.5	Tuotanto	25
6	Tulokset.....	26
7	Pohdinta	30
7.1	Prosessi	30
7.2	Hyödynnettävyys ja jatkokehitys	31
	Lähteet	32

1 Johdanto

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii MFG Components Oy.

Työn aiheena on kääntösylinteriputkisolun perustaminen ja sen toiminnan kehitys. Työssä sovelletaan LEAN-tuotannonohjauksen menetelmiä ja sen piiriin kuuluvia käsitteitä kuten 5S. Ilomantsin toimipiste on erikoistunut hydraulikkakomponenttien, kuten sylinterien ja lohkojen valmistukseen. Lisäksi tuotteisiin kuuluvat kuorma-autojen puutavaranostureiden osat, kuten kääntölaitteet ja hammasakselit. Yrityksen toisessa toimipisteessä, Tohmajärvellä, tuotetaan voimansiirron komponentteja, kuten hammas-, murtosokka- ja tappikytkimiä. Näiden lisäksi Tohmajärven tuotteisiin kuuluvat täry- ja hihnakuljettimet komponenteista kokonaisesti kokoonpanotöihin. (Manufacturing Components, 2016)

Tuotantosolun perustaminen tuli ajankohtaiseksi, kun Ilomantsin toimipisteellä kehitettiin ja nopeutettiin tuotantoa automatisoimalla komponentti- ja varsikoneistukset kahdella robottisorviyksiköllä. Kehityksen tarkoituksena oli korvata ennestään käytetyt työstökoneet ja poistaa ne käytöstä. Sen johdosta aikaisemmin varsien koneistukseen käytetty Takisawan numeerisesti ohjattu sorvi ja ennestään tuotannosta pudotettu MAG-hitsauspyörittäjä, jäivät ylimääräiseksi tuotantotehtävistä. Näiden jäljellä oleva jäännösarvo on olematon, jolloin myytäväksi eteenpäin siitä ei kertyisi huomattavaa taloudellista hyötyä yhtiölle. Molemmat tuotantokoneet ovat kuitenkin vielä kykeneviä toimimaan tehokkaasti tuotantotehtävissään. Tästä johtuen näistä pyritään ottamaan hyöty irti perustamalla oma tuotantoyksikkö. Tuotantoyksikössä yhdistetään koneet saman yksikön alaiseksi, ja käyttämällä näitä vain toimipisteessä valmistettaviin nostureiden kääntölaitteen sylinteriputkien valmistukseen, samalla hyödyntäen LEAN ja 5S - käytännön menetelmiä. Tavoitteena on nopeuttaa läpimenoaikaa, lyhentää tehtäviä siirtomatkoja, parantaa laatua ja pyrkiä pienentämään varastojen kokoa. Tehtävien tavoitteiden vaikutuksen avulla pyritään saavuttamaan taloudellisia ja tuotannollisia hyötyjä.

Projektin suunnittelussa ja perustamisessa ovat mukana Ilomantsin toimipisteen tuotantopäällikkö ja työnjohtajat. Työn projektipäällikkönä toimii MFG Components Oy:n toimitusjohtaja.

Käytän tekstissä tuotantosolusta myös nimityksiä työpiste ja tuotantoyksikkö.

Lyhenteet ja käsitteet

Tekstissä esiintyy seuraavia lyhenteitä ja käsitteitä, joiden merkitys lyhyesti selitettynä.

- CNC, Computer numeric control, numeerisesti ohjattu ohjelmointi työstökoneille ja sorveille.
- ERP, toiminnanohjausjärjestelmä. Toiminnanohjausjärjestelmän voidaan tarkastella ja kontrolloida yrityksen taloudellisia ja tuotannollisia tapahtumia sekä tuoterekisteriä.
- FANUC, vuonna 1956 perustettu japanilainen numeerinen ohjelmointijärjestelmävalmistaja. Nykyisin maailman johtavimpia ohjelmoinnin järjestäjiä. (Fanuc 2016.)
- Materiaalivirta, valmistettavan tuotteen liikkuminen tuotannossa valmistusvaiheiden välillä. Voidaan esittää graafisesti layout kartalla, josta käy ilmi valmistusvaihejärjestys ja varastoinnit. (Logistiikan maailma 2016.)
- Pulssihitsaus, hitsauksessa jännitevirtaa syötetään pulssimaisesti, joka aiheuttaa lisäaineen sulamisen pisaramaisesti. Menetelmän etuja ovat hyvä sulan tunkeutuminen ja hallinta, roiskeettomuus sekä laadukas hitsijälki. (Kemppi 2016.)

2 MFG Components Oy

MFG Components Oy on pohjoiskarjalainen alihankintayritys, jolla on toimipisteet Tohmajärvellä ja Ilomantsissa, joista jälkimmäisenä mainitussa opinnäytetyö suoritetaan. Yritys on erikoistunut voimansiirtokomponenttien, hydraulikkasyylinterien ja -lohkojen valmistukseen. Yritys on monen suomalaisen teollisuusyrityksen sopimusvalmistaja. Ilomantsin toimipaikan omina tuotteina ovat hydraulikkasyylinterit, kääntölaitteet kokonaisuuksineen ja niiden osatoimitukset. Tohmajärven toimipaikassa omana tuotteena ovat kuori-, tappi-, murtosokka- ja hammaskytkimet sekä erilaiset rääätöidyt kytkinvariaatiot asiakkaan tarpeen mukaisesti. (Manufacturing components, 2015.) Viitataan yritykseen jatkossa nimellä MFG tai tarkentaessa toimipaikan sijoituksella.

2.1 Kesla Oyj

MFG on metsäteknologiatoimijan pörssiyhtiö Keslan tytäryhtiö. Kesla Oyj:n toiminta perustuu raskaiden puutavarakuormainten ja metsänhoidossa käytettävien tuotteiden, kuten kuormauskourien ja harvesterikourien valmistukseen. Keslalla on omat toimipaikkansa Joensuussa ja Kesälahdella. Keslan päätoimipaikka on Joensuussa. Joensuussa valmistetaan kuorma-autojen puutaravarakuormaimet, hakkurit ja energiakouralaitteet. Kesälahden toimipaikka valmistaa yrityksen kevyet Kesla-maatalousnostolaitteet. (Manufacturing components, 2015; Kesla, 2015.) Yritykseen viitataan tekstissä jatkossa nimellä Kesla ja tarkentaessa toimipaikan nimellä.

2.2 Ilomantsin MFG:n toimipaikan historia

Kartek Ky oli ilomantsilainen alihankintakonepaja, joka aloitti toimintansa vuonna 1979. Yritys keskittyi maataloustuotteisiin sekä valmisti jo tuolloin alihankkijana tuot-

teita Keslalle. Kesla osti yrityksen itselleen 80-luvulla ja Ilomantsin toimipisteen nimi muuttui samalla Keslaksi, joka toimi pääasiallisena osavalmistajana emoyhtiölle. Vuonna 2004 Ilomantsin tuotantolaitos itsenäistettiin tytäryhtiöksi, Kesla Components Osakeyhtiöksi. Tämä toteutettiin pyrkimyksenä saada Ilomantsissa tehtävien tuotteiden, eritoten hydraulikkasyylinterien myyntiä muille metsäteollisuuden yrityksille ja toimijoille. Vuonna 2007 Keslan ostaessa tohmajärveläisen voimansiirron tuotteisiin erikoistuneen MFG Components Osakeyhtiön Ilomantsin tuotantoyksikkö liitettiin osaksi MFG:tä, synnyttäen näin kokonaisvaltaisemman alihankintakonepajakonsernin, jolla on kuitenkin alihankintatoiminnan lisäksi omia tuotteita. (Manufacturing components, 2015.)

3 Tuotannonohjauksen periaatteita ja käsitteitä

3.1 Lean – menetelmä

Opinnäytetyöhön sovelletaan Lean menetelmää. Lean-toimintamalli on lähtöisin Japanista, jossa se kehitettiin alun perin autoteollisuuden käyttöön autotehdas Toyotan tuotannossa. Perustana on asiakaslähtöisyys, jolla pyritään toimimaan tehokkaammin ja tuottavammin rajallisen kapasiteetin kanssa. Toiminnan toteutus on aikaa vievää ja pitkäjänteistä, joskin saatavat tulokset ovat sen arvoisia. Nykyisin se on yleisesti tehokas tapa tehostaa oman yrityksen tuotantoa. Leanin perustarkoituksina on parantaa työskentelyolosuhteita, antaa työntekijöille mahdollisuus osallistua kehitystyöhön, parantaa yrityksen kilpailukykyä sekä tehdä oikeita asioita. Lean – toimintaan kuuluu myös sen jatkuva kehittäminen, jossa tulee huomioida prosessin arvo, arvoketju, virtautus, imu ja pyrkimys täydellisyyteen. (Kouri 2014, 6–9.)

Opinnäytetyön aiheessa suurimpaan osaan nousee arvoketju, jonka sisältöön kuuluvat tuottamattomien ja turhien prosessien eliminointi, mutta taas arvoa nostavien prosessien tehostaminen. Lisäksi opinnäytetyön tuotoksessa kiinnitetään suurta huomiota virtau-

tukseen, jossa koneiden ja laitteiden sijoittelua parannetaan, materiaalivirtojen vaiheita lyhennetään ja selkeytetään, sekä turhia katkoksia, siirtelyjä ja varastointeja poistetaan tai lyhennetään. Menetelmällä pyritään toimittamaan ja valmistamaan tuote juuri oikeaan tarpeeseen. (Kouri 2014, 6–9.)

Työntekijöillä on suuri osuus menetelmän käytössä, koska heillä on paras tieto työvaiheiden ja menetelmien toiminnasta. Heillä on ensisijaisesti vastuu jatkuvasta kehityksestä työpisteillä ja heidän täytyy tehdä huomioita työpisteiden ergonomiasta ja työturvallisuudesta sekä ilmoittaa näistä työnjohdolle.

3.2 5S-menetelmä

5S on osa Lean-toimintamallia. Lähtökohtainen tarkoitus on parantaa toimipistettä, sen koneiston ja muun tarvittavan kaluston huoltamista, siisteyttä, turvallisuutta ja viihtyvyyttä. Näiden asioiden hoitaminen ylläpitää tehokasta tuottavuutta ja laatua. Menetelmä vaatii työpisteen käyttäjältä vastuuta ja aktiivista osallistumista sen hoitamiseen. (Kouri, 2014, 26-27.)

3.3 JIT

JIT eli Just in time on tuotannonhallintastrategia, jolla tarkoitetaan tuotannon, varaston ja toimituksen hallitsemista juuri oikeaan tarpeeseen. Perusajatuksena on toimittaa juuri sen verran tuotteita ja silloin kun asiakas tarvitsee. Menetelmällä saadaan supistettua kustannuksia, resursseja, materiaaleja ja karsittua tuotteiden varastossa viettämää aikaa. Samalla saavutetaan nopeat toimitukset ja joustava tuotanto. (Logistiikan maailma, 2015.)

3.4 Layout

Layout on tuotantojärjestelmän järjestystä kuvaava pohjapiirros, josta ilmenee koneiden, tilojen, käytävien, varastojen ja laitteistojen sijoittelua. Tuotannon eteneminen ja tuotantolaitteiden sijoitus määrittävät onko kyseessä funktionaalinen, tuotantolinja- vai solutyypinen tuotantolayout. Hyvin toteutetulla layout suunnitelmalla voidaan vaikuttaa merkittävästi tuotannon tehokkuuteen ja tuotteiden läpäisyaikoihin, joka on myös samalla layoutin ensisijainen tavoite. Tämän tavoitteen lisäksi hyvällä layoutilla tavoitellaan työmukavuutta, liikkuvuutta tehtaissa ja tiloissa sekä turvallisuutta.

Layoutin suunnittelussa on otettava huomioon varsinkin suurten koneistuskeskusten ja kokonaisuuksien haastava siirtäminen, sekä taloudelliset puolet. Layout muutokset ovat kallis ja aikaa vievä prosessi. Kuitenkin on huomioitava, että on kyettävä muuntautumaan tilanteiden mukaan, joten layoutin eläminen on osa jatkuvaa kehittymistä. (Inman 2016; Logistiikan maailma, 2015.)

3.5 Tuotantosolu

Tuotantosolun pääidea on keskittää tietyn tuotteen valmistaminen alusta loppuun tai mahdollisimman monta työvaihetta samalla työpisteellä. Tuotantosolu voi olla usean työntekijän yhteinen työpiste, jossa jokainen keskittyy yhden tuotteen valmistukseen, tai työn suorittamista voidaan tehostaa hyödyntämällä teollisuusrobotteja. Teollisuusrobotti lataa työstökoneita ja siirtää työstettäviä kappaleita työvaiheiden välillä, tällöin ihmisen vastuulle jää tuotantotapahtumien valvominen. Solun hyötyjä ovat työtehokkuus, lyhyet siirtomatkat sekä nopea tuotteen läpimenoaika. Solun työn tarkoituksena on hyödyntää tuotantosolun käytäntöjä, jossa työntekijä panostaa kahta työkonetta, sillä mahdollistetaan tehokas työskentely vähäisemmällä työvoimalla ja nopeampi tuotteen läpimenoaika. (Strategos, 2016; Logistiikan maailma, 2016.)

3.6 Funktionaalinen tuotanto

Tuotantotilat on järjestetty siten, että samankaltaiset tuotantovaiheet ja työstökoneet ovat sijoitukseltaan samoissa paikoissa. Esimerkiksi hitsaustyövaiheet suoritetaan samalla työalueella työstettävästä kappaleesta huolimatta. Ilomantsin tuotantoyksikön layout noudattaa tämän suoritettavan opinnäytetyön kirjoittamishetkellä tätä menetelmää.

Järjestelmän hyötyjä ovat työn joustavuus sekä kuormitusten tasaaminen työntekijöiden kesken, kun taas huonona puolena voi mainita hienosuunnittelun ja käytännön tuotannonohjaamisen vaikeuden. Valmistumispäivämäärältään aikaisempien tuotteiden ohjaaminen tuotannon läpi on haastavampaa johtuen tuotemassasta. (Logistiikan Maailma, 2016.)

3.7 Linjamuotoinen tuotanto

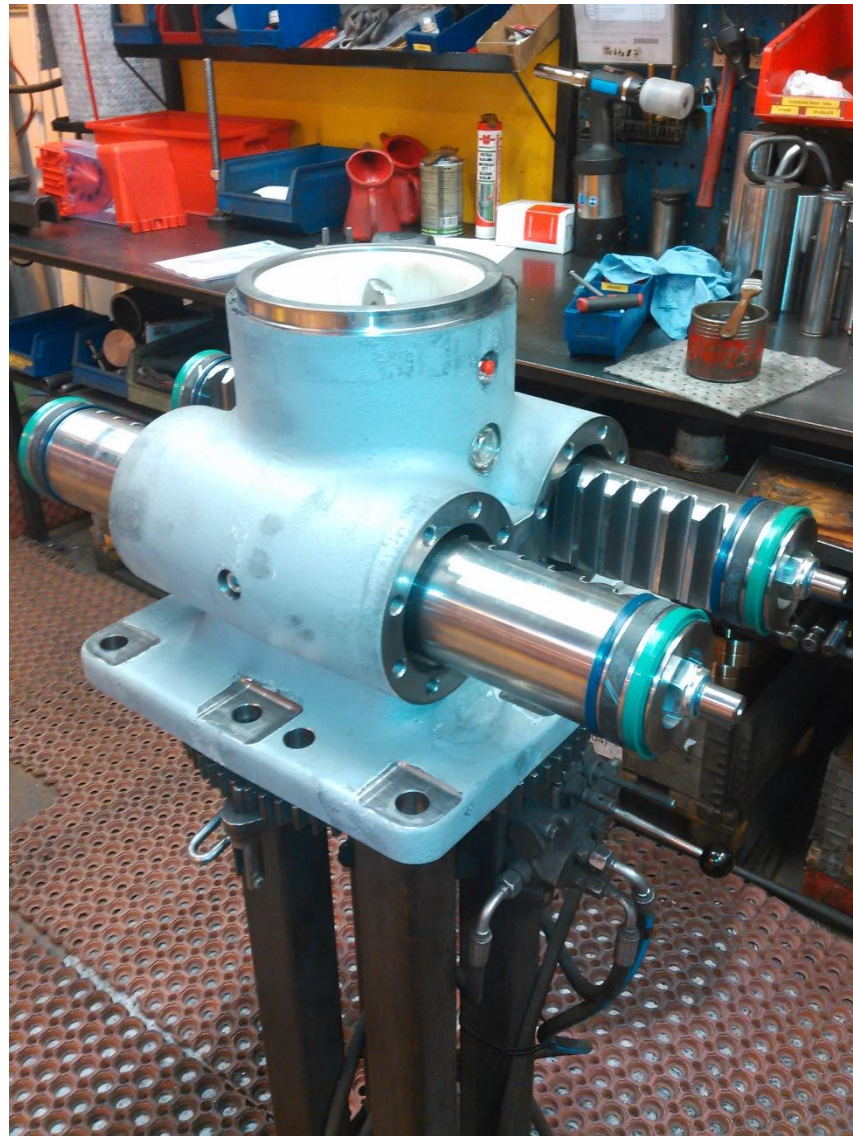
Tuotteen valmistaminen linjassa on jouhevaa ja sen päätarkoituksellinen idea on liikuttaa kappaletta tuotannon läpi vaihe vaiheelta. Tällöin ajetaan valmistuotesarja läpi ennen uuden kappaleen aloittamista. Tällä saavutetaan nopea läpimenoaika ja tehokas toimitusvarmuus. Järjestelmä kuitenkin vaatii poikkeamatonta muutostilaa toimiakseen tehokkaasti. Katkokset tuotannossa keskeyttävät tuotantovirran, jolloin pienikin poikkeama aiheuttaa pullonkaulan eli tukoksen ja tuotanto hidastuu merkittävästi. Järjestelmä toimii tehokkaimmin, kun tuotteiden sarjakoot ovat hyvin suuria, jolloin asetusten suorittamiseen ei kulu aikaa. (Logistiikan maailma, 2016.)

4 Lähtötilanne ja kääntölaite

xIlomantsin toimipisteellä valmistetaan hydrauliikkasyylintereiden lisäksi kääntölaitejärjestelmiä puutavarakuormaimille. Kääntölaitteen rakenne käsittää rungon lisäksi hammasakselin, hammastangon, mallista riippuen kaksi tai neljä kääntölaitteen sylinteriputkea. Näiden lisäksi kääntölaitteen kokoonpanovaiheessa asennetaan tarvittavat laakerit ja tiivisteet. Kokonaista kääntölaitetta rakenteineen voidaan tarkastella liitteissä 1 ja 2.

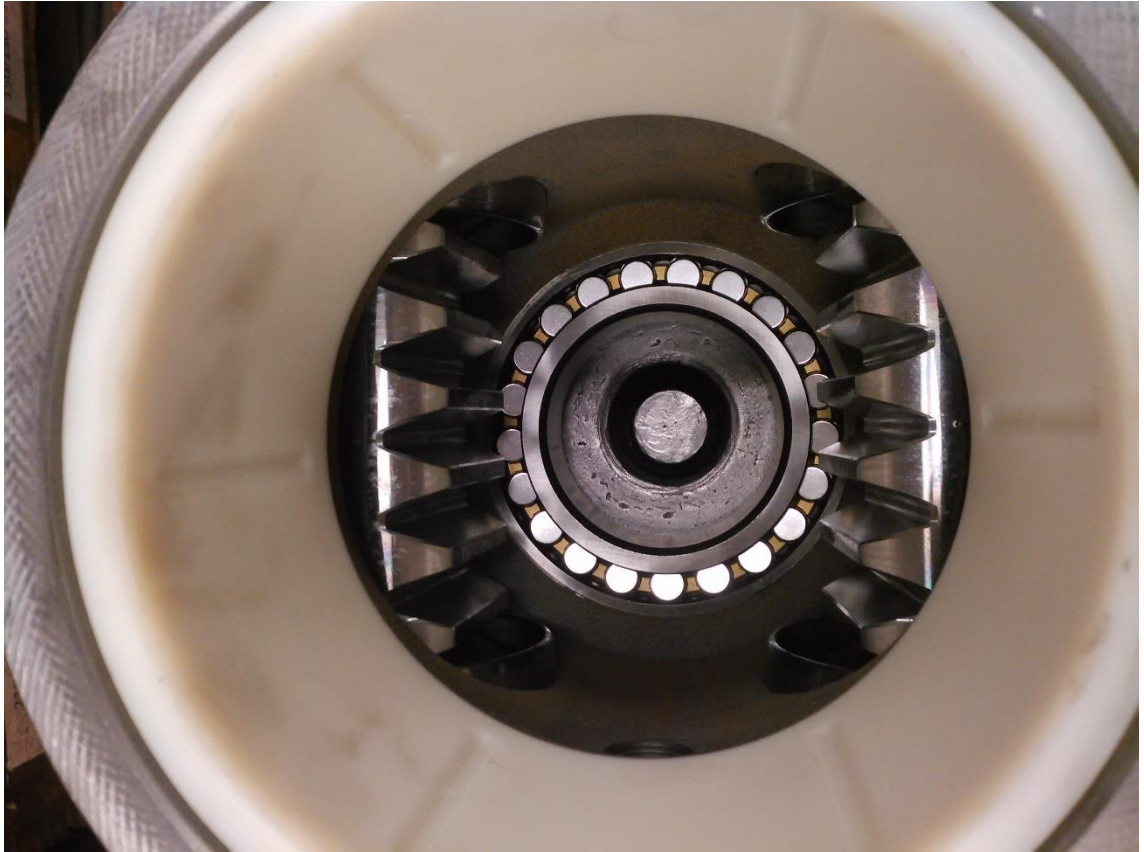


Kuva 1. Kuormaimen kääntölaite kasattuna.



Kuva 2. Kääntölaite kokoonpanovaiheessa. Voiman välittävät hammastangot asennettu.

Kääntölaitteen toimintamekanismi perustuu hydraulikkaan, jossa sylinteriputkien päähän asennettujen hydraulikkaliitännöjen kautta kulkeva öljy kulkeutuu laitteen sisään ja aiheuttaa putkien sisään asennetun hammastangon liikkeen. Tämä aiheuttaa pystysuunnassa hammastankoon nähden olevan hammasakselin pyörintäliikkeen, johtuen tangon ja akselin hammaskosketuksesta. Valmiissa nosturissa kääntölaitteen ollessa asennettuna hammasakseli aiheuttaa kuormaimen pyörintäliikkeen.



Kuva 3. Katsaus kääntölaitteen sisälle. Kuormaimen pyörintäliikkeeseen vaikuttavat hammastangot asennettuna. Voima välittyy tankojen väliin asennettavalla hammasakselilla.

Tässä työssä valmistuskehityksen alaisen kääntölaitteen sylinteriputken rakenne on mallista riippuen kahdesta kolmeen komponenttiin rajoittuva. Jokainen sylinteriputki käsittää perusrakenteeltaan teräspohjaisen putken, johon hitsataan toiseen putken pätyyn pohjalaippa, johon asennettava hydraulinen liitântä asentuu. Mikäli malli on laipallinen, putken ulkopuolelle koneistetun kierteen päälle punotaan laippa, johon on porattu reikäpiiri. Nämä ovat kiinnitysreikiä kääntölaitteen runkoa varten. Laipallisen sylinteriputken kokonaisrakennetta voidaan tarkastella liitteessä 3. Jatkossa käytän laipasta myös nimitystä kaulus.

Kauluksettomien sylinteriputken ulkopintaan koneistetaan kierre. Vastakierteet sijaitsevat kääntölaitteessa, jolloin putki kierretään suoraan kääntölaitteeseen kokoonpanovaiheessa, eikä putken päälle kierretä ylimääräistä asennuskaulusta.

4.1 Tuotantokoneet

Työpisteen perustamisen olennaisena osana ovat käytettävät työkoneet. Tässä tapauksessa työpisteen perustamisessa tarpeellisia koneita ovat numeerisesti ohjattu sorvi ja hitsausvälineistö. Kuten aiemmin tekstissä mainittu, nämä koneet tai välineet ovat jo valmiiksi saatavilla perustamista varten. Työpisteen perustamista varten on käytettävissä seuraavat koneet:

- Takisawa TS-30 CNC Lathe-Vaakakarasorvi, jossa on FANUC–CNC-ohjaus, XZ-akselit, 12 työkalupaikkainen revolveri. Varustettu yhdellä tukilaakerilla. Sorvin valmistusvuosi on 1985, josta huolimatta sorvi soveltuu edelleen kaikkiin koneistettaviin kääntölaitteen sylinteriputkiin ominaisuuksiensa puolesta. Suurin sorvattava halkaisija 400 mm, kärkiväli 2038 mm, suurin pyörintänopeus 3000 kierrosta minuutissa.
- MAG – hitsauspyörittäjä, operaattorimallisesti ohjattava hitsikone, jolla voidaan hitsata pyöreisiin kappaleisiin pohjia tai laippoja. Pyörittäjän valmistajana on suomalainen Kemec, joka on erikoistunut hitsauslaitteiden automatisointiin ja laitejärjestelmiin. Hitsaus toteutetaan hitsauslaitevalmistaja Kempin pulssihitsauslankakoneella Fast Mig Pulse 450. Laitekokonaisuudella kyetään hitsaamaan kahdella eri hitsausarvolla ja yksillä putkenasentoasetuksilla, jossa pyörittäjää ohjataan sen oman käyttöpaneelin kautta, kun taas hitsauskonetta ohjataan omalla säätimellään. Hitsauspyörittäjää on käytetty jo entuudestaan tuotannossa hydraulikka- ja kääntösylinterien pohjien hitsaukseen. Hitsattavat kappaleet on asetettava manuaalisesti käsin. Putki asetetaan vaakatasossa tuen päälle ja pohja asetetaan putken hitsattavan päädyn ja pyörittäjän karassa olevan sovitteen väliin. Lopuksi kokonaisuus lukitaan paineilmasylinteritoimisella vastakärjellä. Kyseenomaisella menetelmällä ja laitteella voidaan suorittaa kaikki tarvittavat hitsaustoimenpiteet suunniteltavassa solussa valmistettaville sylinteriputkille.

4.2 Kääntösynteriputken valmistusmenetelmät

Kääntösynteriputkia valmistetaan kahta eri tyyppiä, kauluksellisia ja kauluksettomia. Nämä käsittävät vielä erikseen useimpia malleja, mutta tässä työssä tarkastellaan vain kahta yleisintä mallia molemmista tyypeistä.

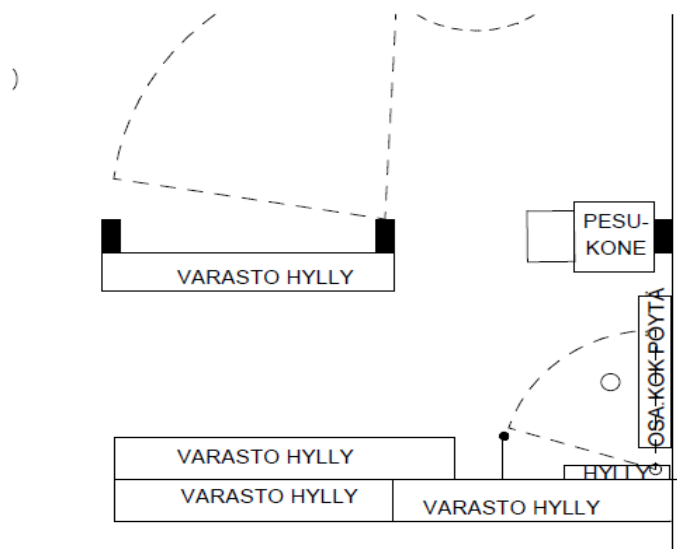
Tuotantoa ohjataan tilauksesta valmistukseen asti mallilla (Make-to-order) jolloin tuote valmistetaan lähes alusta loppuun valmiiksi asiakkaan tilauksesta. Lopputuotevarastointia ei ole, mutta valmistuksessa käytetään keskeneräistä varastointia hyödyksi, joka käsittää käytettävät materiaalit, komponentit ja muut osat. (Logistiikan Maailma, 2016.)

Sorvausvaiheet on toteutettu Takisawa ja Victor-sorveilla. Tuotannon kehittämissuunnitelman seurauksena monipuolisempi ja uudempi Victor keskitetään toimimaan hydraulikkasynteriputkien ja –varsien koneistuksessa.

Toistaiseksi kääntöputken valmistaminen sisältää tyypistä riippuen kolmesta kuuteen vaihetta. Kauluksellisissa mallissa tuotantovaiheet menevät järjestyksessä sorvaus, pesu, kaulustus, pohjan hitsaus, pesu sekä öljyminen ja lopuksi pakkaus. Nämä mallit toimitetaan pakkauksen jälkeen asiakkaalle. Tähän kuuluu vielä hitsattavan pohjan merkkäminen, johon merkitään tuotteen tuotekoodi, työnumero ja järjestysnumero. Kauluksettomien mallien työvaiheet käsittävät järjestyksessään sorvauksen, hitsauksen ja kokoonpanon kääntölaiterunkoon. Vasta kokoonpanovaiheen jälkeen tuotteet toimitetaan asiakkaalle. Koska tehtaan tuotanto on suunniteltu ja toteutettu funktionaalisen tuotannon tapaisesti, välimatkat toimipisteiden välillä ovat pitkiä, mikä aiheuttaa tuotteen läpimenoajan kasvamista merkittävästi. Samalla tuotteen valmistamiseen osallistuu sen läpimenoajan aikana kolmesta neljään eri työntekijää. Pitkän läpimenoajan tarkastaminen käy ilmi yrityksen käyttämästä toiminnanohjausjärjestelmästä (ERP), kun tarkastellaan tapahtumahistoriasta molempien kääntösynterimallien yleisimmän mallin läpimenoajan keskiarvoa, joka on otettu kolmesta 40 kappaleen erän valmistuksesta.

- Kauluksellisen synteriputki – tuotteen jalostamisaika on keskimäärin noin 26 työtuntia. Keskimäärin tämä kestää noin 6 kalenteripäivää siitä, kun työ on aloitettu sorvauksella ja se on toimitettu asiakkaalle.

Kuvasta voidaan tarkastella materiaalivirtaa kauluksellisen mallin sylinteriputkella. 1. vaiheessa aihio sorvataan. Vaiheessa 2 kappale siirretään osakokoonpanoon lastausta varten, joka on vaihe 3. Palautus osakokoonpanoon vaiheeseen 4. jossa kaulustaminen tapahtuu. Vaiheessa 5. putket siirretään hitsauspyörittäjälle pohjan hitsausta varten. Seuraavaksi ne palautetaan osakokoonpanoon öljyämistä varten. Viimeinen seitsemäs vaihe käsittää tuotteiden paketoinnin ja toimituksen.



Kuva 5. Työn aloittamisen aikainen layout-toteutus osakokoonpanopisteestä, johon tuotantosolun perustamista tässä työssä suunnitellaan.

Kuvassa 4 esitettävässä Layout toteutuksesta käy ilmi tuotteelle syntyvät matkat, kun tarkastellaan läpimenoprosessia ensiksi kauluksettoman mallin kohdalla.

Putkiaihiot varastoidaan saapuessaan materiaalintoimittajalta Takisawan edustalla sijaitsevaan varastohyllyyn, josta ne noudetaan sorvattavaksi. Sorvatut aihiot siirretään hitsauspyörittäjän (layout-kuvassa Victorin vieressä Hitsaus P. nimellä) edustalle odottamaan pohjan hitsausta. Aihioille hitsaaja tai varastotyöntekijä noutaa hitsattavat pohjat lähettämön ja Mazak3:n välisistä varastohyllyistä. Samalla työntekijä merkitsee hitsattavien pohjien merkinnät. Hitsaaja hitsaa pohjat paikalleen ja tuotteet siirretään Kuvassa 5. olevaan osakokoonpanopisteeseen varastohyllyyn odottamaan kokoonpanovaihetta. Kokoonpanon jälkeen kootut kääntölaiterungot toimitetaan asiakkaalle.

Kauluksellisen mallin läpimenoprosessi käsittää aluksi aihoiden varastoimisen samaisessa hyllyssä kauluksettomien kanssa. Tuotteet noudetaan sorvaukseen, josta ne etenevät osakokoonpanopisteelle. Kaulustamisessa käytettävän liiman vuoksi putket pestään öljystä, liasta ja leikkausnesteistä. Putket lastataan pesukärryyn ja siirretään pestäväksi Sampo Rosenlew teollisuuspesukoneeseen (Kuvassa 4 nimetty virheellisesti TEIJO PE-SU). Kaulustaminen tapahtuu osakokoonpanopisteellä. Työntekijä siirtää kaulustetut putket puulavalta takaisin hitsauspyörittäjälle. Näille noudetaan hitsattavat pohjat ja ne merkataan kauluksettomien tapaan. Hitsauksen jälkeen tuotteet edelleen siirretään osakokoonpanopisteelle uutta pesua varten. Pesun jälkeen putket öljytään sekä tulpataan ja lopuksi pakataan toimitusta varten osakokoonpanopisteessä.

5 Tuotantosoluyksikön suunnittelu ja perustaminen

5.1 Kustannusanalyysi

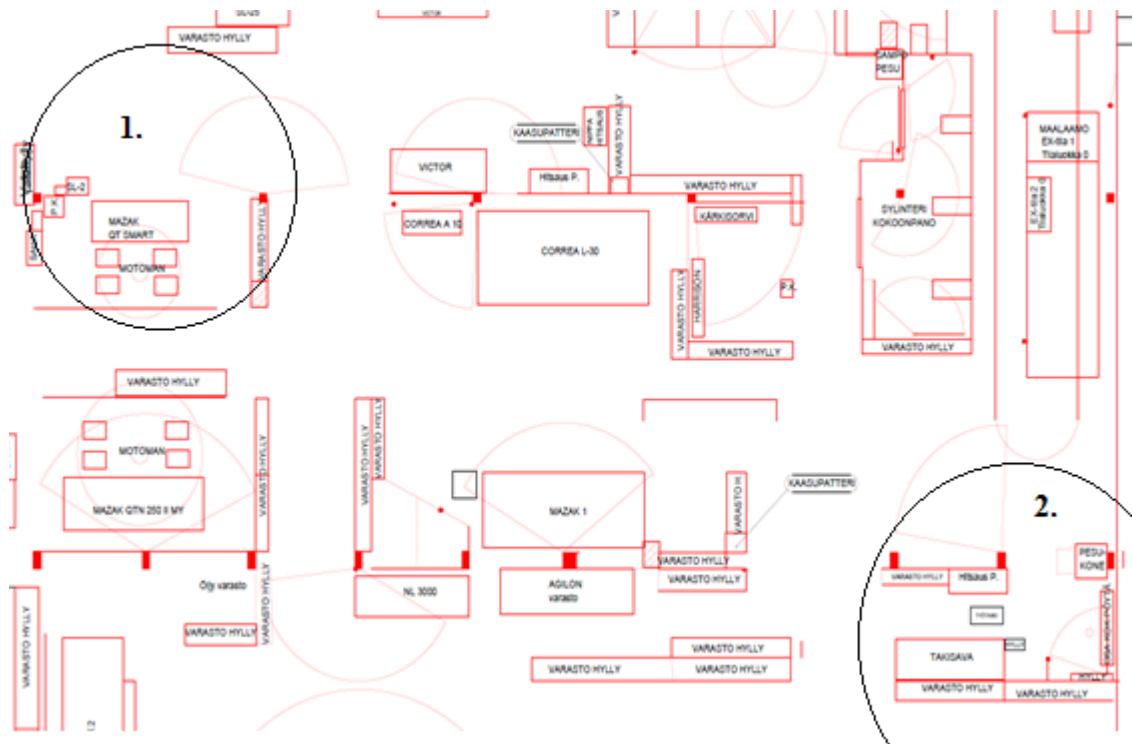
Tuotantosolun perustamisen ensimmäinen vaihe alkaa kustannustenarvioinnilla. Koska työhön käytettävät koneet ovat jo olemassa yrityksen omistuksessa ja kaikki niiden vaatimat työkalut ja tarvikkeet, niihin kohdistuvaa investointia tai muita suoria kuluja ei ole. Myöskään tehtäviin tuotteisiin ei kohdistu mitään muutoksia. Layout muutokset ja työhön käytetyt työtunnit, koneiden tarvitsemien asennusten, kuten sähköjenvedon ja paineilmatulojen asennukset aiheuttavat piilokustannuksia. Työkoneiden, varastohyllyjen siirron ja muiden layout muutoksista johtuvien syiden takia aiheutuvat kokonaiskustannukset eivät ole etukäteen tarkasti ennustettavissa ja suunniteltavissa, koska kustannukset pääosin aiheutuvat tehdyistä työtunneista, eikä varsinaisia hankintoja työhön aiheutu. Asetus- ja muutostöihin suunniteltu aika on 5 arkityöpäivää kahdella työntekijällä, eli 80 työtuntia. Suurimmat suorat kustannukset syntyvät sorvin vaatimasta peitauksesta. Tämä sitoo paljon työtä ja aikaa.

5.2 Layout muutos

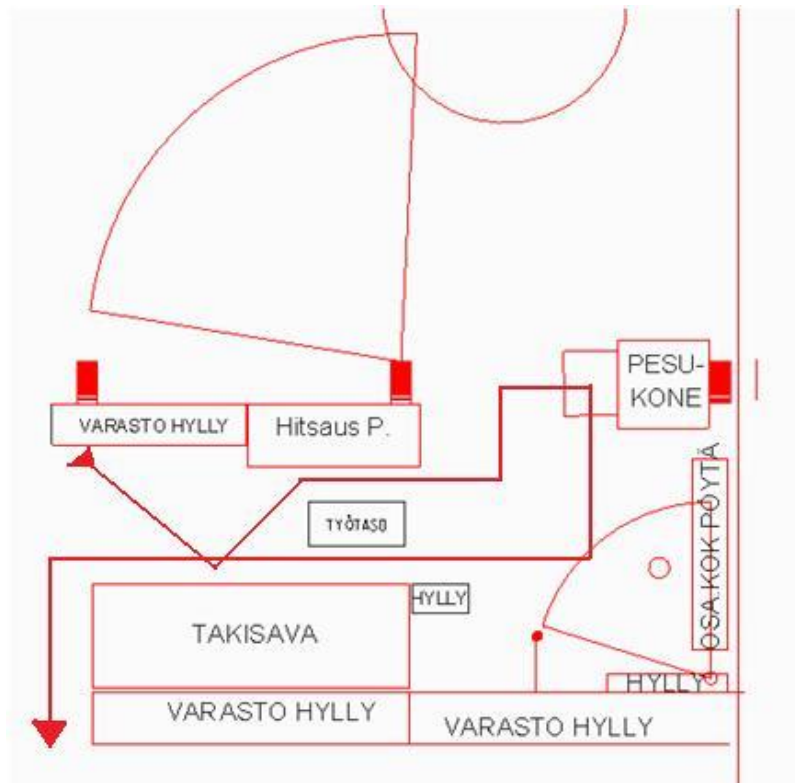
Suunnitellun tuotantosolun sijoituksena tullaan käyttämään nykyistä osakokoonpanopistettä, kuitenkin jättäen sen alkuperäisen toiminnan ennalleen. Sorvi ja hitsauspyörittäjä tullaan sijoittamaan vastakkain siten, että sen työntekijä kykenee toimimaan molemmilla koneilla saman työtason ääreltä. Tällöin vältetään turhilta työtasojen siirtelyiltä ja liikkeiltä. Soluyksikön käyttöön asennetaan varastohylly, jonka tarkoitus on palvella putkiaihioiden ja muiden käytettävien materiaalien sijoituksena. Hylly tulee olla sijoitettu siten, että se palvelee mahdollisimman tehokkaasti solua. Tässä tapauksessa hylly on sijoitettu kuvassa 7 tarkasteltavan tilan mukaisesti hitsauspyörittäjän viereen vasemmalle puolelle.

Aikaisemmin pienten osien, lohkojen, kääntölaiterunkojen, kaulusten ja hammasakselien pesuun käytetty Teijo – teollisuuspesukone, joka on sijoitettuna osakokoonpanotyöpisteelle, otetaan putkien pesua varten käyttöön. Tätä varten putkille on tehtävä pesukärky, johon putket voidaan asettaa pesua varten. Tällä ratkaisulla vähennetään putkille tehtävää siirtoa ja matkaa, kun aikaisemmin putket on pesty hydraulikkasynterikokoonpanon käyttämällä Sampo Rosenlew teollisuuspesukoneella.

Kaikilla näillä järjestelyillä vältetään useita normaalisti syntyviä siirtoja, kun tuotteen kaikki valmistusvaiheet tapahtuvat samassa pisteessä.



Kuva 6. Suunniteltu Layout muutos. Muutoksen kokeneet kohteet huomioitu ympyröitynä. Takisawan sijoitus muuttunut huomiokohteeseen 2, jossa suunniteltu tuotantosolu sijaitsee.



Kuva 7. Suunnitellun tuotantosolun layout piirros. Nuoli osoittaa tapahtuvan materiaa-
livirran kauluksellisella sylinteriputkella.

5.3 Työturvallisuus

Perustettaessa tuotantosoluyksikköä ja ennen sen käyttöönottoa, on huomioitava työturvallisuustekijät. Hitsaus aiheuttaa voimakasta ja kirkasta valosäteilyä, jolta tulee suojata silmät ja paljaat ihon kohdat palovaurioiden välttämiseksi, sekä suojata työalue niin, ettei siitä ole ulkopuolisille haittaa. Työalueen tulee olla sellainen, että tulipalon riskiä ei ole olemassa. Kaikki herkästi syttyvä materiaali tulee eristää ympäristöstä. Hitsauspyörittäjässä oleva vastakärki toimii paineilmakäyttöisellä sylinterillä. Tämän käyttö aiheuttaa raajojen puristumisvaaran. Tätä ei kuitenkaan voida suojata niin, ettei se vaikuttaisi työn suorittamiseen haittaavasti. Tällöin merkitään vastakärki ja muut liikkuvat osat huomiota herättäväksi maalaamalla ne huomiovärein. Suunniteltu toimialue, eli osakokoonpanopiste on jo entuudestaan asetettu vakituiseksi tulityöpaikaksi, joten tehtävät hitsaustyöt eivät aiheuta hyväksyntää palotarkastajalta muutoksien jälkeen. Sorvaustapahtuma edellyttää käyttäjältään työsuojavarusteiden käyttämistä, kuten suojalasien ja -käsineiden, sorvauksessa syntyvien sorvauslastujen vuoksi, jotka voivat aiheuttaa leikkautumisvaaran.

5S – toteutuksen mukaisesti työpiste pidetään siistinä, kulkuväylät vapaina ja huomioidaan työmukavuus tekijät. Työntekijä on ensisijaisesti vastuussa näistä toimenpiteistä. Työpisteen siisteystoimintaa seurataan täyttämällä raporttia kuukauden välein, jolloin työntekijä tai esimies tekee raportoidun tarkastuksen työpisteellä. Raportti käsitellään työryhmän kesken, jossa pyritään käymään saadut tulokset läpi ja tartutaan epäkohtiin sekä ratkaisemaan puutteet.

5.4 Loppuviimeistely

Tuotantosolun perustamisen jälkeen loppu- tai hienoviimeistelyllä hiotaan ergonomia tekijät Lean 5S – menetelmää hyödyntäen. Työtasojen tulee olla korkeudeltaan ja sijoitettu siten, että käyttäjä kykenee toimimaan pisteellä mahdollisimman tehokkaasti ja työtapaturvallisesti. Työkoneiden väliin sijoitettava työskentelytaso, johon voidaan sijoittaa kauluksellinen lava, jossa aihiot ovat, tulee olla sijoitettu tai ominaisuuksiltaan sellainen, jossa sen käyttäminen molemmilta työkoneilta on tehokasta ja sujuvaa. Käytettävien työkalujen, terien, varusteiden, tarvikkeiden ja materiaalien tulee olla sijoitettu työpisteen välittömään läheisyyteen, jotta toiminta kyetään pitämään tehokkaana, ilman turhia odotusaikoja. Työntekijä noutaa tarvittavat tarvikkeet työtehtävän suorittamiseksi. Käytettävän Lean – filosofian mukaan toiminnan tulee olla jatkuvaa kehittymistä, jolloin solun toiminnan kehittyminen on jatkuva prosessi, jossa vastuu on myös sen käyttäjillä. Kaikkea työhön kuulumatonta materiaalia, kuten työkaluja, tavaroita tai muita esineitä tulee pyrkiä välttämään pisteellä. Nämä aiheuttavat turhia epäselvyyksiä ja katkoja työnteossa. Hienosuunnitteluvaiheessa perustetaan työtehtävien ohjeet. Jokaiselle tuotteelle on omat työskentelyohjeet, joita seuraamalla toteutetaan työn tekeminen. Varsinkin hitsausarvojen taltioiminen helpottaa työnsuorittamista, jolloin mahdollisesti työntekijän vaihtuessa pisteellä työn aloittaminen ja suorittaminen ovat sujuvampaa, vaikka työntekijällä ei olisi ennestään kokemusta hitsaustyön suorittamisesta.

Menetelmien kirjaamisen ohella voidaan lisäksi seurata ja reagoida työn etenemisen eri epäkohtiin ja vaikuttaa niihin tehokkaasti. Samalla voidaan helpottaa uuden työntekijän perehdyttämistä työpisteelle. Tuotantotapahtumien tiedot työntekijä välittää sanallisesti työtovereilleen ja kirjallisesti yrityksen käyttämään ERP järjestelmään.

Työpisteen 5S-menetelmän käyttöä valvotaan kuvan 8 mukaisilla valvontakorteilla, joiden avulla tarkastellaan määrättyjen aikajaksojen välillä työpisteen aluetta ja toimintaa. Valvontakortilla esitettäviin sarakkeisiin työpisteen siisteydestä ja järjestyksestä vastataan oman arvion mukaisesti ja pisteytetään se. Huomattavista poikkeamista havainnoidaan kommentoimalla sille kuuluvalla sarakeosiolle. Tarkastuksen suorittavat kaksi henkilöä, työnjohtaja ja työntekijä, jolloin saadaan mahdollisimman laaja näkemys sen hetkisestä tilanteesta. Korttien avulla voidaan tarttua havaittuihin epäkohtiin ja pyritään puuttumaan niihin muutoksen avulla.

12.1.2016 Henri Mustonen			
Havainnoija:	Havainnointi alue:	Arvio	PVM:
Kohteen kuvaus	55 Arviointi asteikko 0 = 5 tai useampi ongelma, 1 = 4 ongelmaa, 2 = 3 ongelmaa, 3 = 2 ongelmaa, 2 = 1 ongelma, 1 = 0 ongelmaa	0-5	Merkinnät Kommentoidaan kaikki, joissa arviointi alle 4
Ei tarpeettomia tavaroita	Työhön tarpeettomat tavarat työpisteellä, tai sen välittömässä läheisyydessä. Vain tarvittavat työkalut ja asiakirjat ovat työalueella. Esteetön kulku.		
Asiakirjakansiot	Vain työhön tarvittavat asiakirjat, kansiot, sekä muut ohjeet, kuten turva- ja standardiohjeet ovat työ- pisteellä.		
Materiaalin varastointi	Tarvittavat laatikot, lavat sekä muu säilöntä on selvästi merkitty, järjestyksessä ja paikoillaan. Eivät aiheuta kulkemisen tai työnsuorittamisen estettä		
Työkalut, tulkit ja mittavälineet	Ovat suunnitelluilla paikoillaan ja merkattuina nimikkeiden mukaan. Mittalaitteiden ja työkalujen säilytys on siisti ja suojattu rikkoontumisilta.		
Puhdistusvälineet ja -materiaalit	Säilytetään siististi omilla merkityillä paikoillaan, joista ne on helposti käytöön otettavissa. Vaarallisten ainesten, kaasujen ja niiden merkinnät ovat kuuluvilla paikoillaan.		
Turvatarvikkeet ja -laitteet	Sammutusvälineistö on esteetön pääsy, sekä häätä- ja ensiapuvälineistö on esteettömän pääsyn saatavilla. Sekä niiden merkinnät on oltava selkeät ja helposti havaittavissa.		
Käytävät	Käytävät ovat esteettömät kulkea ja ne on merkitty. Merkintöjen tulee olla selvät ja puhtaat, eikä niiden tule olla peitetty, tavaroiden, tarvikkeiden tai koneiden toimesta.		
Lattia (siisteys)	Lattiat ovat siistit ja puhtaat.		
Laitteet (siisteys)	Koneet ja muut käytettävät laitteistot ovat siistit ja puhtaat, sekä työstävälliset käyttää.		
Laitteet (kunnossapito)	Koneet tulee olla turvallisia, ei rikkonaisia hydraulii- tai paineilmaletkuja, taikka muitakaan rikkonaisia komponentteja.		
Visuaalisuus	Yleinen silmäys työpisteestä/alueesta. Ei vanhoja työkortteja, papereita. Ja uudet työmääräimet ovat niille kuuluvilla paikoillaan.		

Kuva 8. 5S – valvontakortti, jolla tarkastellaan työpisteen siisteyttä ja toimintaa.

5.5 Tuotanto

Kääntösynteriputkien tuotanto toteutetaan aluksi yhdessä vuorossa toimivalla yhdellä työntekijällä, jota avustaa varastotyöntekijä. He hoitavat omien työvuorojensa aikana koko tuotteen valmistuksen aloittaen työmääräimen mukaisen aihion noutamisella varastohyllystä. Samalla varastotyöntekijä noutaa tarvittavat muut osat tuotteen valmistukseen, kuten hitsattavan pohjan ja mahdollisen kauluksen, mikäli tuote on kyseistä kauluksellista mallia. Hitsattaviin pohjiin tulevat merkinnät toteutetaan samalla tässä vaiheessa varastotyöntekijän tekemänä. Putkiahion noutamisen jälkeen aloitetaan sorvaus. Mallista riippuen onko syntyvä tuote kauluksellinen malli, toteutetaan kaulustaminen, putken vielä ollessa sorvin karassa kiinni. Näin voidaan toteuttaa kaulustamista varten tehtävien kierteiden korjaustoimet, tarpeen vaatiessa helposti ilman putken irrottamista sorvista. Aikaisemmin putkien kierteet on korjattu jälkikäteen manuaali kärkisorvilla, mikäli kierteityksen virheellisyyttä ei ole huomattu jo putkea sorvatessa. Putken kaulustaminen ennen pesua vaatii uusien liima-aineiden hankkimista, koska aikaisemmin käytetyt liimat vaativat kuivan ja koneessa pestyn pinnan, sorvauksesta johtuvien rasva- ja leikkuunestejäämien poistamiseksi.

Kun ensimmäinen mitat täyttävä aihio on sorvattu ja asetukset on viimeistelty, työntekijä voi asettaa sorvin toimimaan vapaasti asettamalla siihen vain uuden aihion paikalleen. Tällöin hän voi ryhtyä tekemään hitsauspyörittäjän asetukset, jolloin hän on kykenevä virtauttamaan sarjatuotannon suoraan sorvilta hitsaukseen. Asetuksien laittamista nopeuttaa jo ennestään muistissa olevien sorvausohjelmien ja hitsauksessa käytettävien hitsausarvojen käyttö. Putken mallista riippumatta tuote pestään hitsauksen jälkeen. Tämän toimenpiteen jälkeinen toiminta riippuu siitä, onko kyseessä kaulukseton malli, joka etenee kääntölaitteen kokoonpanoa varten. Kaulukselliset mallit voidaan toimittaa suoraan asiakkaalle öljyämisen ja suojatulppaamisen jälkeen. Tällä toiminnalla tavoitekuva on supistaa läpimenoaika yhden vuoron aikana tapahtuvaksi, eli rajoittuvan kahdeksaan tuntiin, jolloin valmiita tuotteita kyettäisiin toimittamaan kahden vuorokauden aikana tuotannon aloittamisesta.

Sorvin ja hitsauksien työstömenetelmät, kuten koneistusohjelmat ja hitsaukset eivät poikkea vanhoista menetelmistä, jolloin näitä tapoja voidaan edelleen hyödyntää solun käytössä.

Koska nykyisessä konepajateollisuudessa syntyy paljon odottamattomia työnkatkoja ja muutoksia, tai tuotteen tarvetta aikaistetaan, toiminta edellyttää kykyä vastaamaan näihin haasteisiin tehokkaasti, ilman että muutoksesta kärsii asiakas tai oma tuotanto. Tehokas tuotanto kykenee reagoimaan nopeasti ja tehokkaasti näihin, ilman suurta tuotantokatkoa. Suunnittelemattomien katkoksien tai aikaistetun tarpeen vaatiessa tuotantoa kyettäisiin tehostamaan visuaalisella ohjaustavalla yhden työntekijän sijaan kahdella työntekijällä. Tällöin pisteen molemmilla tuotantokoneilla, niin sorvauksessa kuin hitsauksessa työskentelisi erilliset työntekijät. Näin kyettäisiin tuottamaan hieman nopeammin kiireellisiä tuotantoeriä valmiiksi solusta. Samalla tavalla voidaan hyödyntää, jos vakituisen yksikkötyöntekijän sairastuessa korvaavat tekijät työskentelevät yksikössä, mutta eivät kykene tai osaa suorittaa molempia työvaiheita.

Tuotantosolun käyttö tuotannossa tulisi olla niin yksinkertaista, että sillä toimija kykenee lyhyen perehdytyksen aikana omaksumaan toimintatavan, ja Lean-menetelmiä hyödyntäen minimoimaan virheiden mahdollisuudet. Työpisteellä tulee olla ohjeistus jokaiselle tuotteelle, josta ilmenee tuotteen kuva, koneistustiedot, hitsausarvot, työstötavat, erikoisvaatimukset, muut huomioitavat seikat ja mahdolliset muutokset tuotteessa. Työntekijä on vastuussa raportoimaan havaitsemistaan epäkohdista ja toteuttamaan kehitystä.

6 Tulokset

Kun taulukoidaan sylinteriputkien valmistusprosessit, nykyiselle ja suunnitellulle menetelmälle, kyetään havainnoimaan paremmin muutoksia menetelmien välillä. Kyseiset taulukot on esitetty tässä myöhemmin kappaleessa.

Taulukossa 1 ja 2 esitetään kauluksettomien sylinteriputkien ja Taulukossa 3 ja 4 kauluksellisten sylinteriputkien valmistusvaiheita. Näistä voidaan tarkastella ja vertailla valmistusmenetelmien vaiheiden lukumääriä ja eroja nykyisen valmistusmenetelmän ja suunnitellun menetelmän välillä. Nykyisellä menetelmällä tehtyjä nostoja valmistetta-

valle sylinteriputkelle tai siirtoja koko putkisarjalle toteutetaan huomattava määrä. Suunnittelussa valmistusmenetelmässä on pyritty huomioimaan mahdollisimman minimaaliseksi tehtävät siirrot ja nostot.

Aiemmin esitetyissä layout piirroksissa on havainnollistettu graafisesti tuotteen materiaalivirta tuotannossa ennen ja jälkeen suunnittelun. Vanhan layout toteutuksen materiaalivirtaa voidaan tarkastella graafisesti kappaleessa 4. Uuden suunnittelun layoutin materiaalivirta on esitetty kappaleessa 6.

Alkuperäisen suunnitelman mukaisesti, tuotantoyksikköä ei toteutettu käytännössä, johon tuen aikataulutuksesta sekä odottamattomista muutoksista, joten tähän opinnäytetyöhön ei voida saatuja tuloksia yksikön toiminnasta esitellä. Työ saatettiin loppuun teoriatasolla, jotta suunnitelmaa voidaan hyödyntää jatkossa käytännössä.

Kauluksettoman sylinteriputken valmistus

Taulukko 1.

Nykyinen valmistusmenetelmä

Vaihe	
1	Putkiaihioiden hyllytys varastoon
2	Putkiaihiolavan nouto sorvin työtasolle
3	Sorvausasetukset
4	Aihion nosto sorviin
5	Sorvaus
6	Sorvatun kappaleen nosto sorvista lavalle
7	Uuden aihion nosto sorviin
8	Vaiheet 4-7 toistetaan sarjan loppuun asti
9	Sorvattujen putkien väliaikainen varastointi lattialle hitsaamoon
10	Hitsattavien komponenttien nouto varastotyöntekijän toimesta
11	Putkien nouto hitsauspöydälle
12	Hitsausasetukset
13	Putken nosto pyörittäjään
14	Hitsaus
15	Hitsatun putken nosto lavalle
16	Uuden putken nosto pyörittäjään
17	Hitsattujen putkien siirto osakokoonpanopaikalle välivarastointiin loppukokoonpanoa varten

Taulukko 2.

Suunniteltu valmistusmenetelmä

Vaihe	
1	Putkiaihioiden hyllytys solulle varattuun aihiohyllyyn
2	Nosto työtasolle ja komponenttien nouto varastosta varastotyöntekijän toimesta
3	Työkoneiden asetuksien valmistus
4	Putkiaihioiden nosto sorviin
5	Sorvaus
6	Putken nosto suoraan hitsauspyörittäjään
7	Hitsaus, tämän aikana työntekijä voi panostaa uuden aihion sorviin ja aloittaa sorvauksen
8	Hitsatun putken nosto työtasolle valmiiden tuotteiden lavalle
9	Vaiheet 4-8 toistetaan sarjan loppuun asti
10	Väliaikainen varastointi loppukokoonpanoa varten

Kauluksellisen sylinteriputken valmistus

Taulukko 3.

Nykyinen valmistusmenetelmä	
Vaihe	
1	Putkiaihiolavan hyllytys varastoon
2	Putkiaihiolavan nouto sorvin työtasolle
3	Sorvin asetusta laitto
4	Putkiaihion nosto sorviin
5	Sorvaus
6	Sorvatun putken nosto sorvista lavalle
7	Uuden aihion nosto sorviin
8	Vaiheet 4-7 toistetaan sarjan loppuun asti
9	Sorvauksen jälkeinen väliaikainen varastointi osakokoonpanon lattialle
10	Putkien lastaus pesukärrtiin lavalta
11	Kuljetus pesukoneelle ja peseminen
12	Kauluksien nouto varastosta
13	Putkien nouto pesukoneelta ja kuljetus osakokoonpanopisteelle
14	Putken nosto osakokoonpanon työtasolle
15	Kaulustaminen
16	Kaulustetun putken nosto lavalle
17	Uuden putken nosto työtasolle
18	Väliaikainen varastointi hitsaamon lattialle
19	Hitsattavien komponenttien nouto varastotyöntekijän toimesta
20	Putkien nouto hitsauspyörittäjän työtasolle
21	Hitsausasetukset
22	Putken nosto pyörittäjään
23	Hitsaus
24	Hitsatun putken nosto lavalle
25	Uuden hitsattavan putken nosto pyörittäjään
26	Hitsattujen putkien siirto osakokoonpanopaikalle välivarastointiin
27	Putkien nosto lavalta jokainen kerrallaan pystyasentoon
28	Öljyminen
29	Putkien pakkaaminen lavalle
30	Lähetys asiakkaalle

Taulukko 4.

Suunniteltu valmistusmenetelmä

Vaihe	
1	Putkiaihioiden hyllytys solulle varattuun aihiohyllyyn
2	Nosto työtasolle ja komponenttien nouto varastosta varastotyöntekijän toimesta
3	Työkoneiden asetuksien valmistus
4	Putkiaihion nosto sorviin
5	Sorvaus yhdelle kappaleelle
6	Kauluksen asennus putkelle
7	Sorvatun ja kaulustetun putken nosto suoraan hitsauspyörittäjään
8	Hitsaus, tämän aikana työntekijä voi panostaa uuden aihion sorviin ja aloittaa sorvauksen
9	Hitsatun putken nosto pesukärriin
10	Sorvatun putken siirto pyörittäjään
11	Vaiheet 5-10 toistetaan sarjan loppuun asti
12	Täyden pesukärrin siirto pesukoneelle ja pesu
13	Sylinteriputkien purku lattialle pystyasentoon
14	Öljyäminen
15	Pakkaaminen lavalle
16	Lähetys asiakkaalle

7 Pohdinta

7.1 Prosessi

Idea työhön syntyi uusien työstökoneiden hankintojen myötä. Työn helpoin osuus oli karkea suunnittelu. Työympäristö- ja menetelmät olivat entuudestaan tuttuja, joka helpotti suunnittelua. Lisäksi yhteistyö projektissa mukana olleiden kanssa oli sujuvaa. Mielipiteitä ja kehityskohteita jaettiin avoimesti ja niitä otettiin huomioon työssä. Työn etenemisestä pidettiin kokouksia mukana olleiden kesken määräajoin, jolloin saatiin ylläpidettyä etenemistähtia. Keväällä pidetyn kokouksen yhteydessä päätettiin luopua käytännön toteutuksesta, johtuen muuttuneesta tuotantotilanteesta kesällä 2015. Tällöin

myös päätettiin jatkaa suunnitelman tekoa jatkoa ajatellen, jolloin se olisi myöhemmin hyödynnettävissä.

Tiedon etsintä oli helppoa, johtuen kapeasta materiaalin tarpeesta. Työhön käytetyn ja tarvittun aineiston löytäminen oli helppoa. Internet ja kirjaston materiaalit tarjosivat todella laajan katsauksen Lean-filosofiaan. Tietysti Lean on yleisesti laajasti kattava kokonaisuus, joten siihen löytyvä aineisto on hyvin laaja. Varsinkin englannin kielistä aineistoa oli saatavilla lähes rajattomat määrät, koska tulkitsijoita on useita.

Täten myös käytetty aineisto, jota hyödynnettiin työssä, uskon olevan luotettava. Käytettyihin kirjallisiin aineistoihin kehoitettiin perehtymään myös koulun puolesta. Aineisto kattaa pienestä koostaan huolimattaan laajan näkökulman Lean-menetelmää.

Työpisteen suunnittelussa käytin paljon hyväkseni omaa kokemusta käytännön työnsuorittamisesta sekä työtovereiden mielipiteitä suorittamisesta ja kehityskohteista.

7.2 Hyödynnettävyys ja jatkokehitys

Muuttuneista aikatauluista ja muista tekijöistä johtuen tuotantoyksikön kehitys päätettiin jättää toteutumatta käytännön tasolla toistaiseksi. Täten tehtyä suunnitelmaa tultaisiin mahdollisesti käyttämään tulevaisuudessa.

Lisäksi tässä suunnittelutyössä tutuksi tullut 5S – menetelmää voidaan hyödyntää jo nyt työympäristöissä. Huomioita tulisi kiinnittää työpisteiden ja paikkojen siisteyteen, turvallisuuteen, työmukavuuteen ja näiden kautta työtehokkuuteen. Haasteena kehitykselle ja menetelmien käyttöönotolle on muutosvastarinta, joka on työyhteisöissä hyvin yleinen ilmiö. Yleisesti huomattavat muutokset ja uutuudet aiheuttavat epävarmuutta ja negatiivisia ennakkoluuloja. Varsinkin 5S – valvontakortin tuominen esille aiheuttanee olettamuksia työntekijöiden vahtimisesta, vaikka tarkoitusperä on työpisteen toiminnan tehostamisessa. (Helin, 2016.)

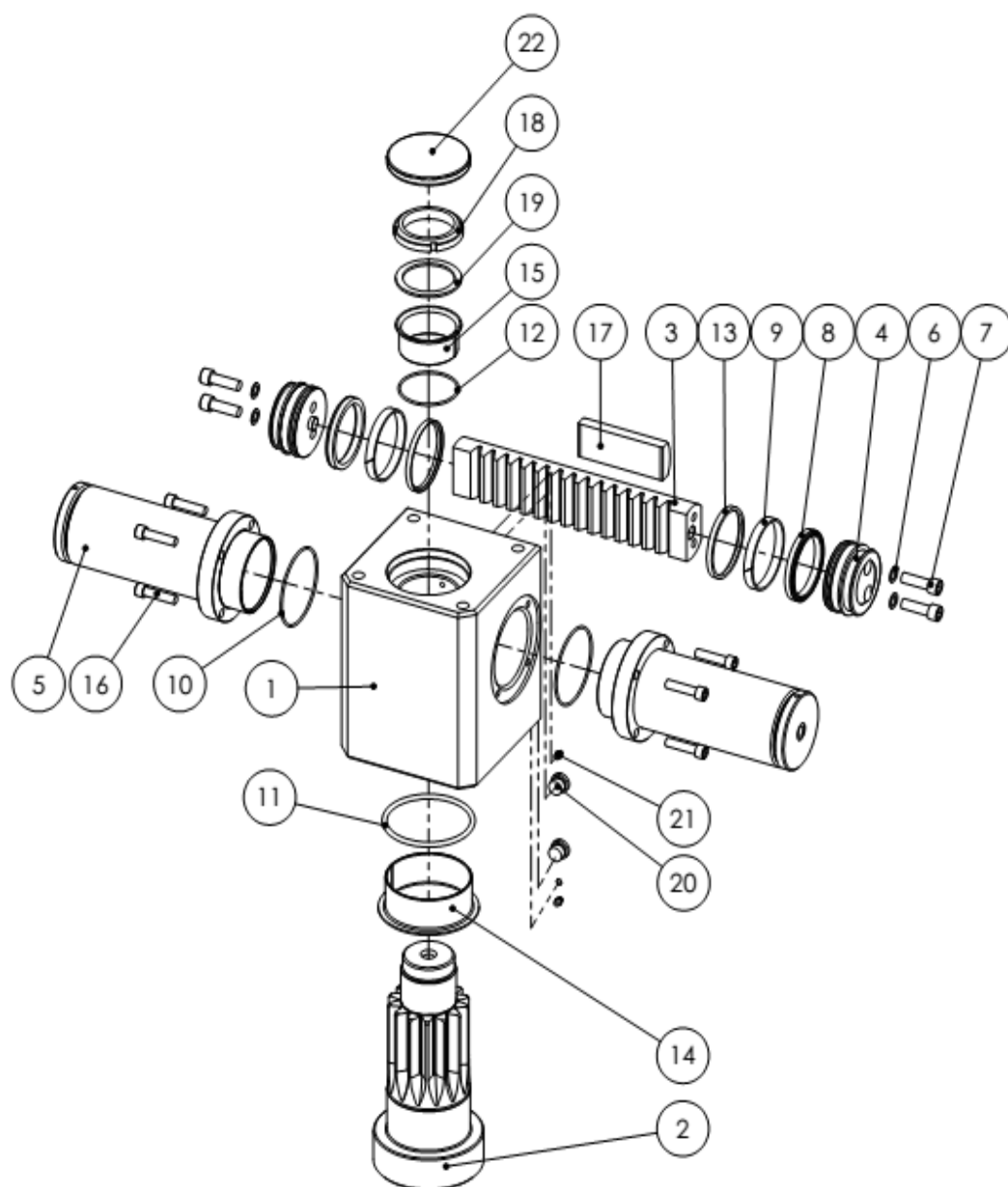
Lähteet

- Fanuc. 2016. About fanuc. <http://www.fanuc.eu/fi/en/who-we-are/fanuc-history>. 20.1.2016.
- Helin, K. 2012. Miksi muutoksia vastustetaan? Innotiimi.
http://www.innotiimi.fi/site/?lan=1&mode=tiedotteet&laji=2&tiedote_id=1203.
12.1.2016.
- Inman, A. 2016. Layout. Reference for business.
<http://www.referenceforbusiness.com/management/Int-Loc/Layout.html>. 12.1.2016.
- Kemppi. 2016. Hitsausaapinen. Pulssihitsaus.
<http://www.kemppi.com/inet/kemppi/contman.nsf/Print/A93D96DDEE9A053DC225718D0046561E?OpenDocument>. 20.1.2016.
- Kesla. 2015. Tuotteet. <http://www.kesla.fi/fi/tuotteet/>. 19.11.2015.
- Kesla. 2015. Yritys. <http://www.kesla.fi/fi/yritys/>. 19.11.2015.
- Kouri, I. 2014. Lean taskukirja. Helsinki: Teknologiainfo Teknova Oy.
- Logistiikan Maailma. 2014. Lean ja agile toimitusketjussa.
[http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/JIT_\(Just_In_Time\),_Lean_ja_Agile](http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/JIT_(Just_In_Time),_Lean_ja_Agile).
11.12.2014.
- Logistiikan maailma. 2016. Tilauksesta valmistus.
http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Tilauksesta_valmistus_%28MTO%29.
15.1.2016.
- Logistiikan maailma. 2016. Tuotannon layout.
http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/tuotannon_layout. 20.1.2016.
- Logistiikan maailma. 2016. Tieto- raha- ja materiaalivirrat.
http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Tieto-_raha_ja_materiaalivirrat#Materiaalivirta.
20.1.2016.
- MFG Components. 2015. MFG Pähkinäkuoressa. <http://www.mfg.fi/binary/file/-/id/109/fid/143>.
18.11.2015.
- MFG Components Oy. Liitteet 1, 2 ja 3. 20.1.2016.
- Strategos. 2016. Workcells. http://www.strategosinc.com/cellular_manufacturing.htm. 12.1.2016.

VARAOSAT \ RESERVDELAR \ SPARE PARTS \ ERSATZTEIL

MFGT0036

KÄÄNTÖLAITE

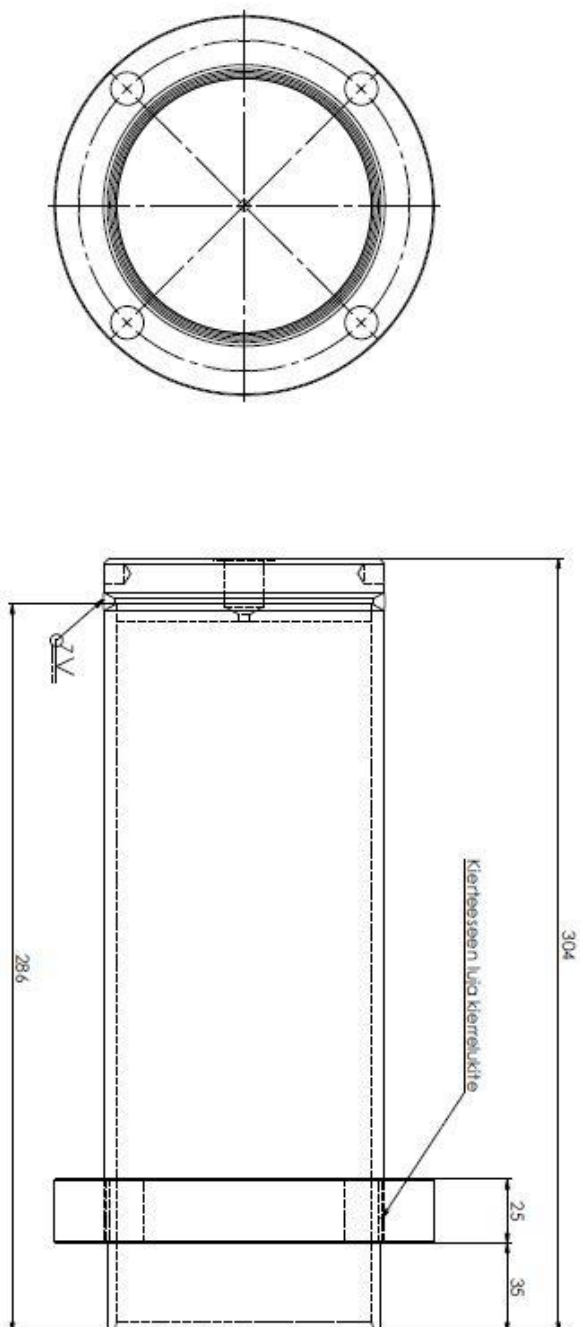




OSALUETTELO

Nimikenumero	MEG10036	Revisio	-
Nimitys	KÄÄNTÖLAITE	Päiväys	19.04.2013
Specifikaatio		Ilittyy	

Pos	Nimike n:o	Nimitys + Specifikaatio	Mitt	Kpl	Määrä	Yks	Nto paino	Huom
1	MEG10028	RUNKO KÄÄNTÄJÄN RUNKO	l=284	1			66.83	
2	MEG10029	AKSELI HAMMAKSELI M=7 Z=14	l=332	1			24.86	
3	MEG10030	HAMMASTANKO l=380, M=7, Z=14	l=384	1			8.56	
4	MEG10031	MANNTA 100	l=54	2			2.11	
5	MEG10035	SYLINTERIPUTKI 100-		2			6.77	
6	3030080	ALUSLEVY M14 KUPARIALUSLEVY		4			0	
7	3010771	KUUSIOKOLORUUVI M14x45 12.9 ZN DIN 912		4			0	
8	3110529	MÄNNÄNTIVISTE B7 100/85X12		2			1.8	
9	3110072	MÄNNÄNOHJAIN E/PWR 100/94X13		2			.09	
10	3110659	O-RENGAS 106X3 70 SHORE		2			.02	
11	KT0009	O-RENGAS OR 120.02X7 NBR90		1			.02	
12	3110426	O-RENGAS 82X3 NBR70		1			0	
13	3110530	LUOVUTIN PPW 100/91.4X5.3		2			.06	
14	KT0004	LUUKULAAKERI WF-WB802 1.20/1.25-50		1			.06	
15	KT0005	LUUKULAAKERI WF-WB802 80/85-40		1			.03	
16	3010522	KUUSIOKOLORUUVI M12X50 12.9 ZN DIN 912		8			0	
17	MEG10037	LAAKERI HAMMASTANGON LAAKERI		1			.18	
18	3020158	MUTTERI KM1.5 NYLOC M7SX2		1			.35	
19	KT0007	ALUSLEVY 95/75-3.5 DN988		1			.07	
20	3090212	TULPPA HF-177		2			.05	
21	3050003	RAIVANIPPA MBX1.25 DIN 71412		2			0	
22	KT0008	TULPPA VK-TIVISTETTU PPA120X12 NBR		1			.04	



Form	Size	Date	Rev
<div style="text-align: center;">  </div>			
<p>QTY SYLITE RPPURKI 100-</p>			
<p>MFGT0035 -</p>			